
Quanten – Evolution – Geist

Dirk Eidemüller

Quanten – Evolution – Geist

Eine Abhandlung über Natur,
Wissenschaft und Wirklichkeit



Springer Spektrum

Dirk Eidemüller
Berlin, Deutschland

ISBN: 978-3-662-49378-6 ISBN: 978-3-662-49379-3 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-662-49379-3

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer Spektrum

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2017

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag, noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen.

Planung: Margit Maly

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer Spektrum ist Teil von Springer Nature
Die eingetragene Gesellschaft ist Springer-Verlag GmbH Berlin Heidelberg

Vorwort

Von jeher haben Menschen sich Gedanken über die Wirklichkeit gemacht: über das, was ist, und über das, was wir erkennen können. War im Altertum dieses Nachdenken mit all seiner spekulativen Kraft noch eine ausschließliche Domäne von Religion und Philosophie, so hat sich die Erforschung der Wirklichkeit durch die Wissenschaft inzwischen zu einem hochspezialisierten Unternehmen entwickelt. Dabei haben sich aber nicht nur die Wissenschaften immer weiter auseinander differenziert; auch ist die Relevanz wissenschaftlicher Erkenntnisse für den Einzelnen immer schwieriger durchschaubar geworden. War es früher so, dass Philosophen Reflexionen über eine weise Lebenshaltung anstellten und zur Begründung ihrer Positionen oftmals recht freimütige Thesen über die natürliche Ordnung aufstellten, so geschieht es heute nur allzu oft, dass selbst Fachwissenschaftler sich kaum noch gegenseitig verstehen. Unser Bild von Wirklichkeit verändert sich aber zunehmend mit neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen und ebenso mit der immer weitergehenden Durchdringung unseres Alltagslebens durch technologische und gesellschaftliche Neuerungen, die auf moderner Wissenschaft beruhen.

Die verschiedenen wissenschaftlichen Theorien besitzen jedoch unterschiedliche Inhalte und basieren auf unterschiedlichen Prinzipien. Wir können aus ihnen nicht ablesen, wie sie sich mit anderen Theorien zu einem sinnvollen Weltbild verknüpfen lassen könnten. Die Aufarbeitung und wechselseitige Inbezugsetzung wissenschaftlicher Erkenntnisse und ihre Einbettung in ein umfassenderes Weltbild, das nicht nur die grundlegenden wissenschaftlichen Theorien, sondern auch die menschliche Alltagserfahrung berücksichtigt, ist folglich eine wichtige und genuin philosophische Aufgabe. Sie ist heute dank der großen Fortschritte in den Wissenschaften in wesentlich größerer Präzision und Allgemeingültigkeit möglich als in früheren Zeiten. Sie erfordert aber zugleich auch eine wesentlich vielschichtigere Betrachtungsweise, was mit der manchmal etwas mühevollen, wenngleich mitunter sehr anregenden Einarbeitung in unterschiedliche wissenschaftliche und philosophische Disziplinen verbunden ist. Einer solchen Reflexion kommt dabei zugute, dass sie nicht die große Menge wissenschaftlicher Einzelergebnisse verarbeiten muss – diese Arbeit wird ihr von den Wissenschaftlern abgenommen –, sondern dass sie sich auf eine überschaubare Anzahl fertiger Theorien stützen kann, deren Interpretationsbedingungen sie allerdings zu diskutieren hat.

In dieser Abhandlung wollen wir nun den Ansatz verfolgen, die wichtigsten Erkenntnisse der modernen Wissenschaft in einem neuartigen erkenntnistheoretischen Rahmen zu ihrer Geltung kommen zu lassen. Um den Ansprüchen an philosophische und wissenschaftliche Stringenz gerecht werden zu können, werden wir hierfür zunächst zwei Themenkomplexe zu durchleuchten haben, die für das moderne Weltbild von entscheidender Bedeutung sind, die jedoch aufgrund ihrer separaten geschichtlichen Entwicklung und wohl auch aufgrund ihrer Komplexität bislang keinen präzise bestimmten philosophischen Bezug zueinander haben. Es handelt sich hier auf der einen Seite um die Quantenphysik – als fundamentale Theorie darüber, was unsere Welt im Innersten zusammenhält – und auf der anderen Seite um die Evolutionstheorie – als Grundlagentheorie der Biologie, die zentral ist für das Verständnis sämtlicher Lebenserscheinungen.

Sowohl die Quantenphysik als auch die Evolutionstheorie wurden bereits seit ihrer Aufstellung philosophisch durchdacht. Unterschiedliche Reflexionen ranken sich um diese Theorien – ihre wechselseitige Durchdringung kann bislang jedoch höchstens als unzureichend charakterisiert werden. In der Quantenphysik ist als wichtigste Position die *Kopenhagener Deutung* zu nennen. Sie liefert einen konsequenten Anwendungsrahmen für den mathematischen Formalismus der Quantenphysik und stellt deren neue erkenntnistheoretische Prinzipien heraus. Interessanterweise stehen viele dieser Prinzipien in scharfem Gegensatz zu den vormals für unumstößlich gehaltenen Realitätsbegriffen der klassischen Physik, die starken Einfluss auf das wissenschaftlich-philosophische Weltbild der westlichen Zivilisation gewonnen haben.

In der Biologie wiederum firmiert die *Evolutionäre Erkenntnistheorie* als wichtigste philosophische Reflexion über die stammesgeschichtliche Entstandenheit des menschlichen Erkenntnisvermögens und die sich daraus ergebenden Konsequenzen. Auch diese Theorie revidiert einige der altbekannten philosophischen Thesen und Begrifflichkeiten.

Allerdings bezieht sich üblicherweise weder die Quantenphilosophie auf die Tatsache der evolutionären Kontingenz des Menschen, noch berücksichtigt die Evolutionäre Erkenntnistheorie in hinreichender Weise die Revolution unseres Realitätsverständnisses durch die Quantenphysik. Und nicht nur diese, sondern auch etliche weitere Punkte verhindern, dass eines der vorliegenden Weltbilder eine übergreifende Plausibilität beanspruchen könnte. Was im Folgenden also zu leisten sein wird, ist zunächst im ersten Teil eine umfassende Darstellung der durch die Quantenphysik bedingten einschneidenden Änderungen im wissenschaftlichen Weltbild. Hieran schließt sich im zweiten Teil eine kritische Analyse der Evolutionären Erkenntnistheorie, unter anderem im Licht der im ersten Teil gewonnenen Erkenntnisse. Wie sich herausstellen wird, verbleibt das Desiderat, eine grundlegend neuartige Erkenntnistheorie zu formulieren, die die Einsichten der modernen Naturwissenschaft in unserem Weltbild angemessen zu berücksichtigen und in fruchtbarer Weise zu kombinieren vermag. Eine solche Theorie entwickeln wir im dritten und letzten Teil.

Mit diesem Ansatz einer neuen Erkenntnistheorie verbindet sich ein spezifisches Weltbild und Selbstverständnis des Menschen, wie er sich in seiner physischen,

psychischen und sozialen Welt wiederfindet. Natürlich besitzt dieses Weltbild einige Züge, die schon immer mal wieder in philosophischen Theorien aufgetaucht sind. (Gewisse Einsichten überdauern eben den theoretischen Kontext, in den sie eingebettet sind; und vielleicht mag sich auch die eine oder andere hier präsentierte These noch in einem ganz anderen Rahmen fruchtbar zeigen.) Zu diesem Weltbild gehören aber auch ein paar sehr eigene Charakteristika. So findet die Emotionalität menschlichen Erkennens eine besondere Betonung, ebenso wie die Bedeutung der historisch-kulturellen Entwicklung für unser Realitätsverständnis und unseren Erkenntnisbegriff.

Die thematische Breite des gewählten Ansatzes spiegelt sich in den zentralen Begriffen, die sich durch die gesamte Abhandlung ziehen. Hierzu gehört vor allem die Erkenntnis mit all ihren Bedingtheiten, zu denen sowohl biologische wie soziokulturelle Prägungen zählen. Die Diskussion kreist um Punkte wie Kausalität und Kausalerwartung; Zufall und Determinismus; Subjektivität, Intersubjektivität und Objektivität; unterschiedliche Grade von Objektivierbarkeit in wissenschaftlichen Theorien; Lokalität oder Nichtlokalität; Separabilität oder Holismus; Teil-Ganzes-Beziehungen und systemtheoretische Zusammenhänge; Reduktionismus und Pluralismus; sowie schließlich um das Verhältnis von wissenschaftlichen Disziplinen zueinander und zur menschlichen Alltagserfahrung mitsamt dem Leib-Seele-Problem als dessen bedeutendstem Sujet.

Wie jeder erkenntnistheoretische Ansatz besitzt auch dieser Auswirkungen auf unser Welt- und Menschenbild als Ganzes. Schließlich beeinflusst jede Position zum Begriff der Erkenntnis immer auch die Vorstellungen, die wir von unserer Umwelt und uns selbst besitzen. Damit spielen für diesen Ansatz nicht nur Themen aus der Naturphilosophie, der Wissenschaftstheorie von Physik und Biologie, der Anthropologie und der Philosophie des Geistes eine Rolle; er berührt auch manche psychologischen Fragestellungen.

Gerade in Hinsicht auf die letztgenannten Punkte eröffnet diese Theorie einige Einsichten, die auf den ersten Blick überraschend scheinen mögen, auf den zweiten Blick aber letztlich nur eine Konsequenz des hier entwickelten Realitätsverständnisses sind. Aufgrund der Emotionalität menschlichen Erkennens spielt auch die Ästhetik – nicht zuletzt beim wissenschaftlichen Erkennen – eine besondere Rolle, auch wenn sich dies erst gegen Ende der Abhandlung explizit darlegen lässt. Auf ethische Fragestellungen sowie das zwischen der Ethik und der Philosophie des Geistes stehende Problem der Willensfreiheit können wir hier nicht näher eingehen und diese Themengebiete nur am Rande streifen; obschon von den anthropologischen und geistesphilosophischen Betrachtungen kein allzu weiter Weg zu ihnen führt.

Um das Verständnis der vielschichtig miteinander verwobenen Argumentationsstränge zu erleichtern, wollen wir an dieser Stelle eine kurze Rundschau über die Gesamtkomposition des Gedankenganges geben. Da in den Einleitungen zu den drei Teilen jeweils eine umfassendere Übersicht zu finden ist, beschränken wir uns hier auf den übergreifenden gedanklichen Zusammenhang.

Der *erste Teil* gibt einen Überblick über die überraschenden Eigenheiten der *Quantenphysik* und ihre wichtigsten *Interpretationen*. Wir werden die neuen quan-

tenphysikalischen Prinzipien der Naturbeschreibung mit denen der klassischen Physik kontrastieren, da deren Theorien ja aufgrund ihrer langen Wirkungsgeschichte vor allem das abendländische Bild von Wissenschaft und Wirklichkeit entscheidend mitgeprägt haben. Gleichwohl ersetzt die Quantenphysik die klassische Physik nicht, sondern steht zu ihr in einem besonderen Verhältnis, das noch genauer zu durchleuchten sein wird.

Die Darstellung der Quantenphysik ist aus mehreren Gründen so ausführlich. Erstens gibt es zwar eine umfangreiche Literatur zur Philosophie der Quantenphysik und eine sehr kontrovers geführte Debatte über ihre verschiedenen Interpretationsansätze; es existiert jedoch keine hinreichend allgemeine und präzise Erörterung, wie sich eine Philosophie der Quantenphysik in ein allgemeineres erkenntnistheoretisches System einfügen ließe. Die vorliegenden Interpretationen der Quantenphysik sind selbst keine vollwertig ausgearbeiteten Erkenntnistheorien, wenngleich sie sich unterschiedlicher erkenntnistheoretischer und ontologischer Ansätze bedienen. Da wir hier einen solchen größeren Zusammenhang herstellen wollen, stehen wir vor der Aufgabe, einerseits die Interpretationsbedingungen der Quantenphysik möglichst eindeutig darzulegen, andererseits aber auch die damit verbundenen erkenntnistheoretischen Folgerungen für ein allgemein zu formulierendes Realitätsverständnis herauszustellen. Zweitens sind die dann im dritten Teil entwickelten Thesen entscheidend durch die strukturellen Einsichten der Quantenphysik motiviert. Um die Konsistenz dieses Ansatzes nachzuweisen, benötigen wir deshalb eine Analyse, die zeigt, dass klassisch-physikalisch geprägte Weltbilder letztlich voreilige Extrapolationen eines mittlerweile überholten und eingeschränkten Verständnisses wissenschaftlich beschriebener Wirklichkeit sind. Auch die kritische Diskussion der Evolutionären Erkenntnistheorie im zweiten Teil wird sich dieses Arguments bedienen: Denn diese Theorie beruht im Wesentlichen auf einem realistisch-reduktionistischen Weltbild, das stark durch klassisch-physikalische Vorstellungen von Wissenschaft und Wirklichkeit bestimmt ist. Und drittens eignet sich die Quantenphysik hervorragend zur Illustration der Grenzen der menschlichen Vorstellungskraft, wie sie bei der Erörterung der evolutionären Entstandenheit des menschlichen Erkenntnisvermögens relevant sein werden. Die Quantenphysik ist schließlich ein in öffentlichen Debatten zwar gerne zitiertes, aber dennoch weitgehend unverstandenes Exempel für die Weiterentwicklung des wissenschaftlichen Weltbildes. Es heißt dementsprechend oft, die Quantenphysik sei schlicht unverständlich. Zweifelsohne ist sie unanschaulich und oftmals kontraintuitiv. Sicherlich sind viele quantenphysikalischen Phänomene seltsam und gerade auch deshalb faszinierend. Die Prinzipien, mit denen die Quantenmechanik arbeitet und anhand derer die moderne Physik die fundamentalen Kräfte in unserem Universum beschreibt, lassen sich aber durchaus deutlich machen – und man braucht kein Fachmann zu sein, um das Neuartige und Revolutionäre an ihnen nachvollziehen zu können.

Im *zweiten Teil* fächert sich die Diskussion, die im ersten Teil thematisch noch enger begrenzt war, dann stärker auf. Dies liegt daran, dass mit der *Evolutionären Erkenntnistheorie* eine vollständig ausgearbeitete philosophische Theorie vorliegt, die einerseits zwar wesentlich durch biologische Forschungen motiviert

ist, andererseits aber im Gegensatz zur Philosophie der Quantenphysik einen umfassenden philosophischen Anspruch erhebt. Diese Theorie vertritt sowohl eine eigene Sicht auf den Begriff von Erkenntnis als auch eine erkenntnistheoretische Position, die reduktionistischen Charakter besitzt und die sich von der Physik bis hin zur Philosophie des Geistes erstreckt. Zudem sind einige wichtige Positionen, wie sie heute in der Philosophie des Geistes oder der Naturphilosophie vertreten werden, der Evolutionären Erkenntnistheorie in entscheidenden Punkten ähnlich, zum Teil sogar mit dieser mehr oder weniger deckungsgleich. Da die im dritten Teil präsentierte neue Erkenntnistheorie sich von diesen Ansätzen deutlich unterscheidet, werden wir im zweiten Teil im Rahmen der Reduktionismusdebatte eine eingehende Analyse des von der Evolutionären Erkenntnistheorie vertretenen Realitätsverständnisses durchführen und dieses dann anhand mehrerer zentraler Punkte einer Kritik unterziehen. Ein besonderes Augenmerk liegt hierbei neben den Erkenntnissen der Quantenphilosophie auf dem Verhältnis von Physik, Chemie und Biologie sowie auf dem Leib-Seele-Problem; denn diese Zusammenhänge spielen auch im Folgenden noch eine tragende Rolle.

Damit sind die Grundlagen für den *dritten Teil* gelegt. Dort beschäftigen wir uns zunächst mit den wechselseitigen Lehren, die aus der Evolutionstheorie und der Quantenphilosophie für unser Weltbild folgen. Aus ihnen lassen sich einige sehr allgemeine Bedingungen konstruieren, die sich gemeinsam mit dem menschlichen Alltagsverständnis zu einem *naturalistisch-pluralistischen Weltbild* mit eigenem Charakter fügen. Ein solcher pluralistischer Ansatz besitzt zwar nicht die metaphysische Geschlossenheit und Einfachheit monistischer Weltbilder, die von nur einer grundlegenden Entität ausgehen, sei sie materieller oder psychischer Natur; er kann aber besser die verschiedenen Weisen, wie wir Menschen uns auf die Welt beziehen, abbilden – sowohl in der Alltagssprache wie auch in der Wissenschaft. Eine der Besonderheiten dieser Erkenntnistheorie besteht darin, dass sie die unhintergehbare Subjektivität und Emotionalität des menschlichen Erkenntnisvermögens in den Mittelpunkt stellt. Dies werden wir mit dem objektiven Charakter wissenschaftlicher Erkenntnis zu kontrastieren haben.

Diese erkenntnistheoretische Position wäre aber noch ein wenig steril und allzu wissenschaftstheoretisch orientiert, würde sie keine Anwendung auf andere philosophische Fragen und Themengebiete finden. Nun erlaubt sie aber insbesondere auf das Leib-Seele-Problem eine ungewöhnliche Perspektive jenseits der gegenwärtigen Debatte. Gleichermäßen folgt aus evolutionär-epistemologischen Betrachtungen, dass der soziokulturelle Kontext für den Erkenntnisbegriff von unverrückbarer Bedeutung ist. Dies zeigt sich auch an unseren im Laufe unserer kulturellen Evolution gewachsenen Vorstellungen über Wissenschaft und Wirklichkeit, die ja nicht zuletzt für die Debatten über die Quantenphysik und die Rolle der Evolution so entscheidend sind. Hier schließt sich der gedankliche Kreis dieses Werks.

Die hier erarbeitete Perspektive ist zwar stärker durch theoretische Gedankengänge motiviert; sie birgt aber durchaus auch einige gesellschaftlich relevante Analysen. Dies betrifft nicht zuletzt die Überwindung unzutreffender Vorstellungen über Wissenschaft, Wirklichkeit und die Grenzen menschlicher Machbarkeit. Denn Einsichten in die Bedingtheiten und Beschränkungen unseres Erkenntnis-

und Handlungsvermögens sind imstande zu Reflexionen anzuregen, inwieweit unsere Kultur – oder auch andere Kulturen – auf bestimmte Vorstellungen von Objektivität oder Kausalität fixiert ist, obgleich einige dieser Vorstellungen mittlerweile durch die Entwicklung der Wissenschaft selbst obsolet geworden sind. Hatte man einst etwa aus den zahlreichen Anwendungen der klassischen Mechanik, Elektrodynamik, Chemie und Thermodynamik – auf denen unsere moderne Industriegesellschaft ja basiert – eine vorherrschende Grundüberzeugung der Kontrollierbarkeit beliebig komplexer Systeme gewonnen, so sehen wir heute nicht allein angesichts der Problematiken im Bereich der klimatischen Entwicklung, der schwindenden Biodiversität und vielfältiger wechselseitiger genetischer Abhängigkeiten in bedrohten Ökosystemen, dass solche Sichtweisen fragwürdig geworden sind. Auch die Komplexität ökonomischer Verflechtungen ist größer und schwerer zu kontrollieren als je zuvor.

Heute vermögen uns die Einsichten der Komplexitätstheorie und die Erforschung der Phänomene der biologischen Selbstorganisation – von einzelnen Zellorganellen bis auf die Ebene ganzer Ökosysteme – die Grenzen menschlicher Verständnis- und Steuerungsmöglichkeiten deutlich stärker als früher vor Augen zu führen. Und die Quantenmechanik trägt zu dieser Diskussion nicht zuletzt die Erkenntnis bei, dass etwa im Mikroskopischen die Unteilbarkeit von Quantenphänomenen das klassische Prinzip der immer feineren gedanklichen Analyse eines Systems und des Aufbaus eines Gesamtsystems aus kleinsten, exakt vermessenen Einheiten unmöglich macht. Relevant werden für individuelles und gesellschaftliches Handeln können solche Einsichten aber erst, wenn sie in einen größeren gedanklichen Kontext eingebettet sind, in dem auch die handlungsleitende Emotionalität allen menschlichen Erkennens Berücksichtigung findet, die zudem unter soziokulturell-psychologischen und anthropologischen Aspekten zu betrachten ist. Genau eine solche Verbindung aber leistet diese Erkenntnistheorie.

Zur Lektüre sei dies noch angemerkt. Die Gliederung des Textes in Kapitel und Unterkapitel ergibt sich aus dem logischen und gedanklichen Zusammenhang; was dazu führen kann, dass sich an ein einzelnes Unterkapitel zuweilen nur ein einziges Unterunterkapitel anschließt. Und zweifelsohne ist beim Weben eines gedanklichen Netzes, das aus vielen unterschiedlichen Fäden gesponnen ist, eine gewisse Redundanz unvermeidlich. Auch sind an vielen Stellen Erklärungen vonnöten, die dem jeweiligen Fachmann auf dem Gebiet allzu trivial erscheinen mögen. Es ist jedoch unumgänglich, auf allen relevanten Gebieten in die wichtigsten Termini und Fragestellungen einzuführen, soll der Nicht-Fachmann nicht gezwungen werden, sich parallel zur Lektüre in verschiedenste Themengebiete einzulesen. Das Werk als Ganzes, welches eine große Breite an Themen überspannt und zusammenführt, wäre sonst praktisch unverständlich. So wird die Berufsphilosophin aus der Darstellung der Grundfragen der Erkenntnistheorie in Kap. 8 oder aus einigen Ausführungen zum Leib-Seele-Problems in Kap. 11.3 nicht viel lernen; sie mag sie teilweise gar als amateurhaft empfinden. Gleiches mag sich eine Naturwissenschaftlerin bei der Beschreibung physikalischer oder biologischer Zusammenhänge in den Kap. 1 und 2 sowie 9.1 und Kap. 11.2.2 denken. Diese Erklärungen sind bewusst in allgemeiner Form gehalten und nur soweit vertieft, als sie es auch dem jeweiligen

Nicht-Fachmann erleichtern sollen, dem weiteren Gedankengang mit tieferem Verständnis zu folgen.

Andererseits finden sich in der Argumentation ebenso einige Punkte, die auch für den Spezialisten durchaus neu und ungewohnt, vielleicht sogar nur mit gewissen Mühen nachvollziehbar sein dürften. Für den jeweiligen Laien wiederum dürften sie eine recht harte Kost sein, die sich beim ersten Lesen kaum erschließt. In der Quantenphilosophie sind dies vor allem Kap. 4.3.6 sowie manche der exotischeren Interpretationen in Kap. 5, ein paar der Kommentare zur Rolle der Quantenfeldtheorien in Kap. 6 sowie einige Feinheiten in der Analyse der Kopenhagener Deutung in Kap. 3. Gleiches gilt für die kritische Diskussion der evolutionären Erkenntnistheorie und die subtileren Punkte der Reduktionismusdebatte in Kap. 11, sowie für die Behandlung einiger strittiger Fragen zum Leib-Seele-Problem in Kap. 17 oder die wissenschaftstheoretischen Betrachtungen in Kap. 19.2 und 19.3.

Nun ist offensichtlich, dass an beinahe jeder Stelle der Argumentation ein Experte auf dem jeweiligen Gebiet sich wünschen würde, dieses oder jenes eingehender zu beleuchten oder mehr Literatur zu diskutieren, oder dass er Auslassungen kritisierbar findet. Eine starke inhaltlich-thematische Auswahl und Beschränkung auf die jeweils relevanten und notwendigen Punkte ist bei einem Buch mit solch thematischer Breite allerdings unumgänglich. Beim Verfassen dieser Abhandlung habe ich mich deshalb vor allem an einer möglichst hohen Stringenz des gesamten Gedankenganges orientiert, ohne immer in alle Details gehen zu können.

Manch einem Leser wird dieser oder jener Punkt auch unnötig tiefgehend diskutiert erscheinen. Ein Leser, der sich für die Quantenmechanik nicht wirklich interessiert, mag diese Punkte oder gleich den ganzen ersten Teil überspringen und sich lediglich die Zusammenfassung der erkenntnistheoretischen Ergebnisse in Kap. 7 zu Gemüte führen. Wem die evolutionäre Erkenntnistheorie nicht zusagt, der mag im zweiten Teil seine Lektüre auf die für den Fortlauf der Argumentation relevanten Kap. 11 (Reduktionismusdebatte) und 13 (Fazit) beschränken. Er muss dann aber darauf achten, die Feinheiten der Argumentation im dritten Teil nicht aus den Augen zu verlieren. Die Querverweise in den Fußnoten an den entscheidenden Stellen mögen ihm die Orientierung beim Nachschlagen erleichtern. Es ist auch kaum zu erwarten, dass sich ein Text, der so viele und teilweise recht weit auseinander liegende Disziplinen überspannt und zusammenzuführen sucht, bereits beim ersten Lesen in seiner Tiefe erschließt.

Es ist zum Gesamtverständnis des Textes jedenfalls nicht zwingend erforderlich, alle Details – insbesondere zur Quantenphysik, aber auch zur Reduktionismusdebatte oder zur Philosophie des Geistes – vollständig durchdrungen zu haben. Die umfangreiche Argumentation dient nicht immer nur einem tieferen Verständnis, sondern auch dazu, die hier vorgetragenen Ideen nach verschiedenen Richtungen hin abzusichern. Die zentralen Begriffe werden wir wiederholt unter verschiedenen Gesichtspunkten aufgreifen, so dass diejenigen Thesen, die zunächst noch schwerer verdaulich scheinen, sich an anderer Stelle dann hoffentlich als etwas bekömmlicher erweisen. Wer eine der wenigen mathematischen Formeln erspät und nicht viel mit ihnen anzufangen weiß, sei hoffentlich nicht abgeschreckt: Sie dienen nur als Illustration. Ihre Bedeutung diskutieren wir rein sprachlich.

Die ursprüngliche Motivation zu dieser Abhandlung ist dem Nachdenken über einen gedanklichen Rahmen entsprungen, in dem sich die wichtigsten Theorien und Erkenntnisse der modernen Natur- und Geisteswissenschaften sowie das menschliche Alltagsverständnis in einer halbwegs schlüssigen Weise gemeinsam denken ließen – zumindest einleuchtender als in jenen traditionelleren Ansätzen, die mir meist als zu sehr von einer einzigen Disziplin inspiriert und jenseits dieser wenig tragfähig erschienen. In der Tat hat der gewählte Ansatz in eine ganz andere Richtung getragen und mehr überraschende Fragen und auch Antworten zu Tage gefördert als ursprünglich erwartet. So hatte ich anfangs weder das Anliegen, eine völlig neuartige Erkenntnistheorie zu entwerfen – diese Notwendigkeit ergab sich aus dem Fortlauf der Untersuchungen –, noch schwante mir im Entferntesten, welche anthropologischen, soziokulturellen, evolutionspsychologischen und geistesphilosophischen Erörterungen mit einem solchen Unternehmen verbunden sein würden. Es spricht aber wohl für diese Theorie, dass sie eine solch interdisziplinäre Perspektive überhaupt zulässt. Ein Ansatz wie dieser mag auch einen Beitrag dazu leisten, die wachsende Getrenntheit der natur- und geisteswissenschaftlichen Kulturen zu lindern und einen gedanklichen Hintergrund zu schaffen, in dem beide Arten geistiger Tätigkeit stärker in ihrem Zusammenhang sichtbar werden. Letztlich ist der Mensch doch bloß bemüht, das Bestimmungsgefüge der Welt, wie es sich ihm in unterschiedlicher Form in Alltag und Wissenschaft präsentiert, besser zu verstehen.

Nun kann ich dieses Werk nicht der Öffentlichkeit übergeben, ohne all denen meinen Dank auszusprechen, die zu seiner Entstehung beigetragen haben. Zunächst möchte ich mich sehr herzlich bei Margit Maly, Bettina Saglio und Vera Spillner bedanken, die dieses Buch beim Springer-Verlag realisiert haben. Auch meinem Lektor Christian Wolf danke ich sehr. In Dankbarkeit erinnere ich mich an den herausragenden Schulunterricht bei meinen Lehrern Volker Claus in Latein und Griechisch sowie Norbert Kaul in Ethik und Philosophie. Außerdem möchte ich mich bei Andreas Elepfandt, Bernard d’Espagnat, Günter Tembrock und Gerhard Vollmer bedanken, die mir bei einigen Interpretations- und Verständnisfragen zu Biologie, Physik und Erkenntnistheorie mit schneller und umfangreicher Hilfe zur Seite standen. Auch bei meinen Studienfreunden Rolf Hartmann und David von Stetten möchte ich mich ganz herzlich bedanken. Das gemeinsame Interesse an wissenschaftlichen Themen und ihrer philosophischen Bedeutung hat uns zu zahlreichen Diskussionen verleitet und diese Arbeit sehr befruchtet. Einen besonderen Dank schulde ich meinen Eltern Brigitte und Ulrich sowie meinen Geschwistern Annette und Markus. Sie waren mir bei all meinen Studien nicht nur ein großer Rückhalt – mein Bruder auch mit seiner Kenntnis der Teilchenphysik und Quantenfeldtheorie –, sondern mit ihrem Idealismus stets vor allem eine wichtige Inspiration.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	v
Teil I Die Philosophie der Quantenphysik	1
1 Die Prinzipien der klassischen Physik	9
1.1 Klassische Mechanik	10
1.1.1 Das Kontinuitätsprinzip	11
1.1.2 Die Prinzipien des Determinismus, der Objektivierbarkeit und der Separabilität	12
1.1.3 Exkurs: Das Leib-Seele-Problem	14
1.2 Elektrodynamik und Spezielle Relativitätstheorie	17
1.2.1 Zum Weltbild von Elektrodynamik und Spezieller Relativitätstheorie	19
1.2.2 Das Lokalitätsprinzip	21
1.3 Thermodynamik und Statistische Physik	22
1.3.1 Der Begriff der Entropie: Wahrscheinlichkeit aus Unkenntnis	23
1.4 Allgemeine Relativitätstheorie	25
1.4.1 Zur Ontologie der Allgemeinen Relativitätstheorie	26
1.5 Offene Probleme	27
2 Einführung in die Quantenmechanik	31
2.1 Zur Methodik	32
2.2 Das Doppelspalt-Experiment und die Welle-Teilchen-Dualität	33
2.3 Das Komplementaritätsprinzip	37
2.4 Entscheidende Experimente auf dem Weg zur Quantenmechanik ..	38
2.5 Die Axiome der Quantenmechanik	41
2.6 Wichtige Anwendungen und Prinzipien	45
2.6.1 Doppelspalte und Komplementarität	45
2.6.2 Das Wasserstoffatom und das Korrespondenzprinzip	48
2.6.3 Ehrenfests Theorem als Mittler zwischen klassischer und Quantenphysik	49
2.6.4 Experimente mit verzögerter Entscheidung und weitere Wunderlichkeiten	50

2.7	Die heisenbergsche Unschärferelation	53
2.8	Konsequenzen der Unschärfe: Indeterminismus und Ununterscheidbarkeit	56
2.9	Die Unteilbarkeit von Quantensystemen	57
2.10	Zur Unmöglichkeit einer klassisch-statistischen Interpretation	58
3	Die Kopenhagener Deutung	61
3.1	Die geschichtliche Entwicklung	62
3.2	Grundprinzipien der Kopenhagener Deutung	65
3.2.1	Das Komplementaritätsprinzip	65
3.2.2	Der Schnitt zwischen Makro- und Mikrokosmos	66
3.2.3	Beschränkung auf die Erfahrung	66
3.2.4	Die Rolle der klassischen Messapparate	68
3.2.5	Zur Sprache und Philosophie der Kopenhagener	68
3.3	Ist die Mikrowelt subjektiv oder objektiv zu beschreiben?	69
3.4	Der Zusammenhang von Unschärferelation und Komplementaritätsprinzip	73
3.4.1	Philosophische Folgerungen: Epistemische Zirkularität	74
3.5	Die Notwendigkeit des Gebrauchs klassischer Begriffe	77
3.5.1	Bemerkungen zur Universalität und Geltung von Naturgesetzen	79
3.6	Denkbare Formulierungen der Kopenhagener Deutung	82
3.7	Die Interpretation der Wellenfunktion	86
4	Die Paradoxa der Quantenphysik	89
4.1	Schrödingers Katze	89
4.1.1	Dekohärenz	91
4.2	Wigners Freund	93
4.2.1	Starke und schwache Objektivität	94
4.3	Das EPR-Paradoxon und das Phänomen der Verschränkung	96
4.3.1	Die historische Entwicklung	97
4.3.2	Das Gedankenexperiment	98
4.3.3	Die bellsche Ungleichung und ihre experimentelle Bestätigung	102
4.3.4	Die philosophischen Folgen	104
4.3.5	Das Kochen-Specker-Theorem und die Kontextualität	107
4.3.6	Interpretative Konsequenzen der relativistischen Invarianz	107
5	Alternative Interpretationen der Quantenmechanik	111
5.1	Die Vielwelten-Interpretation	113
5.1.1	Das sich aufspaltende Universum	113
5.1.2	Zusammenhang mit dem bellschen Theorem	114
5.1.3	Konsequenzen und Probleme der Vielwelten-Interpretation	115

5.2	Die bohmsche Führungswellentheorie	118
5.2.1	Die nichtlokalen Eigenschaften der Führungswelle	119
5.2.2	Symmetrieüberlegungen und Umgebungsabhängigkeit	121
5.2.3	Ein holistisches und kontextualistisches Realitätsverständnis	122
5.2.4	Vergleich mit der Kopenhagener Deutung	124
5.3	D'Espagnats Konzept einer verschleierte Wirklichkeit	126
5.3.1	Gründe für einen offenen Realismus	127
5.3.2	Eigenschaften der unabhängigen Realität	128
5.3.3	Philosophische Bedeutung des Begriffs der verschleierte Realität	129
5.4	Die Transaktionelle Interpretation von John Cramer	130
5.5	Nichtlineare Erweiterungen des Formalismus und spontane Lokalisation	132
5.6	Dialektisch-materialistische Interpretationen	134
5.7	Axiomatisch verallgemeinerte Interpretationen der Quantenmechanik	136
5.7.1	Die algebraische Interpretation nach Primas	137
5.8	Zeilingers Sicht der Welt als Information	140
5.9	Ludwigs instrumentalistische Interpretation	143
6	Aspekte der relativistischen Quantenmechanik und Quantenfeldtheorien	147
6.1	Anfänge der relativistischen Quantenphysik	149
6.2	Das Pauli-Prinzip, der Spin und die Dirac-Gleichung	149
6.3	Grenzen der relativistischen Quantenmechanik und Übergang zur Quantenfeldtheorie	151
6.4	Die Bedeutung von Quantenfeldtheorien	152
6.5	Die Grundbestandteile der Materie: Fermionen und Bosonen	154
6.6	Wechselwirkungen im Bild der Quantenfeldtheorien und die Rolle des Vakuums	155
6.7	Symmetrien und Erhaltungssätze	157
6.8	Probleme der Quantenfeldtheorien	159
6.9	Philosophische Implikationen der Quantenfeldtheorien	161
7	Zusammenführung der Ergebnisse	165
7.1	Bewertung der verschiedenen Interpretationen der Quantenphysik	166
7.2	Bedeutung der Quantenphysik für unser Realitätsverständnis	171
Teil II Evolution und Erkenntnistheorie		175
8	Aufgabe und Charakter von Erkenntnistheorie	181
8.1	Wichtige Fragen	183
8.2	Herangehensweisen und Standpunkte	184
8.3	Die Rolle der Quantenphysik für die Erkenntnistheorie	185

9	Die Evolutionäre Erkenntnistheorie	187
9.1	Kernaussagen der Evolutionstheorie	189
9.1.1	Die Entwicklung des menschlichen Gehirns	195
9.2	Die Postulate der Evolutionären Erkenntnistheorie	197
9.3	Hypothetischer Realismus	202
9.4	Der Erkenntnisprozess	204
9.5	Projektive Erkenntnistheorie	206
10	Das Weltbild der Evolutionären Erkenntnistheorie	209
10.1	Universelle Evolution	210
10.2	Das Verhältnis von Materie und Lebewesen	212
10.3	Das Leib-Seele-Problem und die evolutionär-systemtheoretische Identitätstheorie	213
10.4	Kausalität	215
10.5	Die Einordnung der Quantenmechanik	217
10.6	Die Rolle der Wissenschaft	218
10.7	Die wahre kopernikanische Wende	219
10.8	Gesamtbild	220
11	Reduktionismusdebatte und Kritik an diesem Realitätsverständnis ..	221
11.1	Interpretationskonflikte mit der Quantenphysik	221
11.2	Mangelnde Reduzierbarkeit der Biologie auf Physik und Chemie	225
11.2.1	Zur Reduktionsproblematik zwischen Chemie und Physik	225
11.2.2	Die besondere Stellung der Biologie unter den Naturwissenschaften	228
11.2.3	Funktionale Biologie und Evolutionsbiologie	234
11.2.4	Die leidige und wunderbare Kontingenz in der Biologie ..	237
11.2.5	Partielle Reduzierbarkeit	239
11.3	Leib, Seele und der Zusammenhang	240
11.3.1	Kritische Erläuterung der evolutionär-systemtheoretischen Identitätstheorie	243
11.3.2	Qualia und die Phänomenalität unseres Bewusstseins	244
11.3.3	Die Perspektive der ersten und der dritten Person	248
11.3.4	Mentale Verursachung und psychophysische Kausalität	251
11.3.5	Intentionalität	253
11.3.6	Die erkenntnistheoretischen Positionen von Ludwig Boltzmann und Konrad Lorenz	255
11.3.7	Grundsätzliche Probleme des psychophysischen Reduktionismus	259
11.4	Universelle Evolution mit Erklärungslücken	261
11.5	Welche Rolle spielt Vereinheitlichung für die Wissenschaft?	264
11.6	Kleinere Kalamitäten mit Kausalität und Kopernikus	264

12	Andere evolutionär motivierte Erkenntnistheorien	267
12.1	Radikaler Konstruktivismus	267
12.2	Konstruktivistische Evolutionäre Erkenntnistheorie	269
12.3	Der Panpsychische Identismus à la Rensch	271
12.4	Zum Streit über eine angemessene Definition von Realismus	273
13	Diskussion der Evolutionären Erkenntnistheorie und Fazit	277
 Teil III Der Mensch, sein Geist und die Natur		283
14	Der evolutionär-epistemologische Hauptsatz	287
14.1	Einschränkung des Alltagsrealismus	288
14.2	Rolle und Charakter der materiellen, selektiven Kräfte	288
14.3	Verzicht auf starke Objektivierbarkeit	290
14.4	Formulierung des evolutionär-epistemologischen Hauptsatzes	291
14.5	Wichtige Folgerungen aus dem Hauptsatz	292
14.5.1	Transformierbarkeit auf und Anschluss an den Mesokosmos	292
14.5.2	Handlungsleitender Charakter und Emotionalität von Erkenntnis	296
14.5.3	Subjektivität und Anthropozentrität von Erkenntnis	298
15	Realität versus Wirklichkeit: Vom Dasein der Quanten	303
15.1	Zum Verhältnis von Subjektivität, Intersubjektivität und Objektivität	304
15.2	Evolutionäre Aspekte des Weltbildes der klassischen Physik	307
15.3	Annäherung an den Quantenkosmos	310
15.4	Auflösung der gewöhnlichen Realitätskriterien	311
15.5	Stabilität, Invarianzen und andere Seinsmerkmale	313
15.6	Realität oder Wirklichkeit?	315
16	Ein naturalistisches und pluralistisches Weltbild	321
16.1	Anthropologische Vorüberlegungen	323
16.2	Das Erschließen der Wirklichkeit	325
16.2.1	Alltagserkenntnis und ihre natürlichen Grenzen	325
16.2.2	Die Rolle der Wissenschaften	326
16.2.3	Historizität von Erkenntnis	328
16.2.4	Selbsterkenntnis in Kunst und Sport	329
16.2.5	Zur Notwendigkeit einer pluralistischen Perspektive	330
16.3	Verschiedene Weisen der Bezugnahme auf unsere Welt	332
16.3.1	Die unbelebte Welt	333
16.3.2	Der lebendige Kosmos	335
16.3.3	Die Psyche	339
16.4	Zum Verhältnis von belebter und unbelebter Natur	342
16.5	Philosophische Verortungen	344
16.6	Der Mensch als Erkennender	349

16.7	Zur ontologischen Position	352
16.8	Zur Kompatibilität mit anderen Disziplinen und Formen von Erkenntnis	353
17	Das Materie-Körper-Bewusstsein-Problem	357
17.1	Ich, Du, Er, Sie, Es: Perspektiven	358
17.2	Materie und Körper, Elektronen und Gehirn	360
17.3	Das psychophysische Unschärfeprinzip	363
17.4	Schopenhauer und das Verhältnis von Neurophysiologie und Anthropologie	366
17.5	Zum Problem der mentalen Verursachung	369
17.6	Materie, Körper, Bewusstsein und Erkenntnis	378
18	Das soziokulturelle Apriori	383
18.1	Der archaische Mensch und die Moderne	386
18.2	Bedeutung des soziokulturellen Apriori für Kultur- und Geisteswissenschaften	392
18.3	Die normative Kraft des Möglichen: Machbarkeit und Ausbeutung	398
18.4	Zur Kausalerwartung	408
19	Wissenschaft und Wirklichkeit	413
19.1	Zum wissenschaftlichen Weltbild	414
19.2	Zur Sprache in den Wissenschaften	418
19.3	Ontologie und Existenz theoretischer Entitäten	422
19.4	Die Tag- und Nachtseiten der Wissenschaft	425
19.5	Einstein und die psychologischen Aspekte der Akzeptanz neuer Theorien	430
19.6	Religion, Wissenschaft und tradierte Weltbilder	437
19.7	Schönheit in der Wissenschaft	444
20	Die Einheit des Schönen und Wahren	447
21	Versuch über den Sinn im Leben	455
	Literatur	457
	Sachverzeichnis	469

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Doppelspalt-Experiment 1	35
Abb. 2	Doppelspalt-Experiment 2	35
Abb. 3	Doppelspalt-Experiment 3	36
Abb. 4	<i>Delayed-choice</i> -Experiment nach Wheeler	52